

Evaporación en el mar balear

J. L. LÓPEZ-JURADO MARQUÉS

ESTUDIO OCEANOGRÁFICO DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COOPERATIVA
HISPANO - NORTEAMERICANA

N.º 793020

SEMINARIO CIENTÍFICO

Editor:

Dra. J. CASTELLVÍ

CÁDIZ 15 - 18 MARZO
1983

Evaporación en el mar balear

por

J. L. LÓPEZ-JURADO MARQUÉS *

* Instituto Español de Oceanografía, Centro de Palma de Mallorca.

SUMMARY

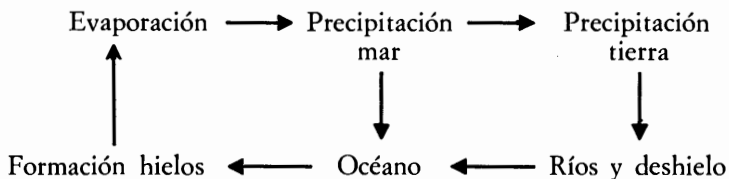
This report has been developed within the Spain-USA cooperation program n.º 793020, as a complement of the oceanographic research developed.

Lack of offshore, data has forced us to calculate evaporation parameters using climatological data obtained from onshore weather stations. Following the WMO recommendations, we have used the Dalton-type formula.

The results distribution is in good agreement with other knowing general results of West Mediterranean and there are not great differences between stations; therefore these results can be representative of his maritime area.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los estudios de dinámica en un área costera, es sumamente importante determinar el balance hidrológico y dentro de éste uno de los parámetros más importantes es la evaporación. De forma esquemática el balance hidrológico nos viene dado por:



Para calcular la evaporación en el área asumida por este trabajo nos hubiera gustado ceñirnos a las normas de la WMO (World Meteorological

Organization), que recomienda la utilización de cuadrículas de 5" en el océano y de 1" en las zonas costeras y los mares cerrados, como es el caso del Mediterráneo.

Los pocos datos en tierra y la falta total de ellos en alta mar, nos obligan a trabajar con datos de estaciones en tierra, por lo tanto este trabajo que en un principio se reducía al Golfo de Valencia, se tuvo que ampliar a la zona comprendida entre Cabo San Antonio y Delta, en las costas levantinas y a las estaciones de las Islas Baleares.

Posteriormente y para diferenciar de su entorno los datos de evaporación en el Delta, se añadieron estaciones en la costa catalana.

MATERIAL Y MÉTODOS

La liberación o pérdida de agua en forma de vapor a través de la superficie del mar, es un proceso de transferencia turbulenta. Existe una voluminosa literatura a este particular y especialmente en lo referente a los diferentes aspectos del cálculo de la evaporación.

Laevastu (1976) y por encargo de la WMO, revisó todo lo publicado llegando a la conclusión de que si bien todas las teorías son muy razonables, no siempre se podían llevar a la práctica debido a la dificultad de calcular ciertos parámetros en grandes áreas y a la imposibilidad de verificarlo. Por lo que recomienda la utilización de fórmulas del tipo desarrollado por Dalton, si bien con ciertas modificaciones:

$$E = K. (e_s - e_a). V$$

Por lo tanto utilizaremos esta formulación con algunas modificaciones:

El gradiente de presión de vapor con la altura por el cálculo de la diferencia $(e_s - e_a)$.

e_s = Presión de vapor saturante a la temperatura de la superficie del mar $T_s = SST$.

e_a = Presión de vapor de agua en el aire a la temperatura del aire T_a , leída a 10 metros sobre el mar.

El viento, el cual determina en gran medida el proceso turbulento, se toma al mismo nivel.

El coeficiente K , debe estar calculado a partir de datos empíricos y tiene que poder reflejar casos de inestabilidad y calma, por lo que la fórmula anterior nos quedará:

$$E = (a + bV) \times (e_s - e_a)$$

en donde a permite calcular la evaporación en períodos de calma; cuando la diferencia de presiones de vapor es negativa, omitimos el término a y obtenemos la condensación.

Laevastu calculó los valores de a y b para datos referidos a 10 metros y utiliza la siguiente formulación, que es la que nosotros vamos a utilizar:

$$E = (0,26 + 0,077 V) \times (0,98 e_s - e_a)$$

el factor 0,98 indica que el valor de la presión de vapor saturante e_s es un 2 % menor que el mismo valor en agua dulce.

Para el cálculo de la presión de vapor saturante empleamos la fórmula empírica de Magnus:

$$e_s = 6,10 \times 10^{\frac{7,4475 T_s}{234,07 + T_s}} \quad (\text{mb})$$

Para el cálculo de la presión de vapor en el aire utilizamos la fórmula:

$$e_a = e_w - 0,00066 B (T_a - T_w) (1 + 0,00115) (T_a - T_w)$$

en donde:

e_w = Presión de vapor saturante a la temperatura del termómetro húmedo (mb).

B = Presión atmosférica en mb.

T_a = Temperatura del aire, termómetro seco, °C.

T_w = Temperatura del termómetro húmedo, °C.

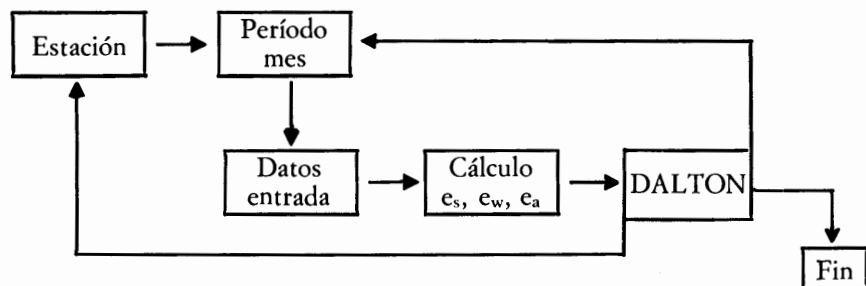
Los parámetros necesarios para el cálculo de la evaporación son: temperatura del termómetro seco y húmedo, temperatura de la superficie del mar, presión atmosférica y velocidad media del viento en m/s. Como dato complementario se adjuntan los datos de humedad relativa H . A partir de estos datos se calculan los correspondientes a e_s , e_a en mb.

Los datos meteorológicos los obtenemos de las series climatológicas (30 años) de las distintas estaciones de la red nacional del INM (Instituto Nacional de Meteorología), al igual que los datos de temperatura superficial del mar, deducidos de los mapas de temperaturas medias del mar de la Sección Marítima del INM.

El dato de viento está calculado a partir del recorrido medio a lo largo de un mes (km/día), algunas de las series de este parámetro no se corresponden en período y longitud, en particular, la de Ibiza, por mal funcionamiento de los aparatos, por lo cual ha tenido que ser calculada en un período bastante más corto.

Las estaciones empleadas han sido: Alicante, Valencia, Castellón, Tortosa, Tarragona y Barcelona en la costa peninsular e Ibiza, Mahón y Palma en las islas.

Con la formulación anterior hemos estructurado un programa de ordenador en lenguaje BASIC, para utilizar con un HP-9845B.



El programa empieza determinando la estación y el período de trabajo, en este caso mensual, a continuación se le entran los datos, efectúa los cálculos de presión de vapor a las distintas temperaturas y posteriormente calcula la evaporación y lista los resultados. Cuando no hay más meses en una estación, puede empezar a trabajar con la siguiente, terminando el programa cuando no hay más estaciones.

DISCUSIÓN

Los resultados de cada estación, junto con los datos climatológicos y las presiones de vapor calculados, aparecen en los listados del Cuadro I.

De antemano sabemos que las mayores evaporaciones las vamos a encontrar en las zonas costeras y no en alta mar, debido a que los procesos de mezclado turbulento facilitan el transporte del vapor de agua, favoreciendo, por lo tanto, la evaporación. Esta a su vez se ve favorecida cuando la temperatura de la superficie del mar (SST) es bastante más alta que la del aire (T_a), observándolo con más frecuencia en las zonas costeras que en alta mar, pues esta diferencia tiende a suavizarse a medida que las masas de aire se alejan de la costa.

Por otro lado, también sabemos que el viento favorece la evaporación, puesto que facilita el transporte del vapor de agua.

A partir del listado de datos y de las Figuras 1 y 2, vemos que los valores de evaporación en todas las estaciones mantienen una tendencia similar, aunque podríamos diferenciar dos grupos: las estaciones peninsulares y las de las islas.

En ambas, las evaporaciones mínimas aparecen en mayo: si observamos el Cuadro II vemos que estos mínimos coinciden con los mínimos de $(e_s - e_a)$, siendo la temperatura del aire mayor que la superficial del mar. Todo esto podría dar lugar a pensar en condiciones cercanas a la satura-

TORTOSA

	SST	T _a	T _w	E _s	E _a	V	P	Hr	Ev
ENERO	12.8	9.2	6.7	14.8	8.2	3.3	759.0	66	.33
FEBRERO	12.0	10.3	7.3	14.1	8.2	3.3	758.4	63	.29
MARZO	12.8	12.9	9.8	14.8	10.1	3.1	756.8	65	.22
ABRIL	14.2	15.4	11.8	16.3	11.5	3.4	757.0	61	.23
MAYO	15.6	18.3	13.7	17.8	12.7	3.0	756.6	63	.24
JUNIO	19.4	22.2	17.6	22.7	17.2	2.8	757.9	62	.24
JULIO	22.4	24.9	19.9	27.3	20.0	3.0	757.9	61	.33
AGOSTO	24.0	25.1	20.7	30.1	21.6	2.9	757.4	65	.38
SEPTIEM.	23.1	22.6	19.0	28.5	19.7	2.6	758.2	69	.38
OCTUBRE	22.3	17.8	14.6	27.1	14.6	2.6	758.0	69	.55
NOVIEM.	16.8	13.3	10.6	19.2	11.0	3.1	758.0	68	.39
DICIEM.	14.3	9.9	7.4	16.4	8.6	3.6	758.4	68	.40

TARRAGONA

	SST	T _a	T _w	E _s	E _a	V	P	Hr	Ev
ENERO	12.6	8.9	6.6	14.6	8.2	2.0	757.0	70	.25
FEBRERO	12.0	10.0	7.4	14.1	8.6	2.2	756.8	68	.22
MARZO	12.6	11.7	9.4	14.6	10.3	2.2	756.9	72	.17
ABRIL	14.0	13.7	11.3	16.1	11.8	2.2	755.8	73	.17
MAYO	15.5	16.7	14.1	17.7	14.4	2.0	755.9	73	.12
JUNIO	19.3	20.3	17.4	22.5	18.0	2.0	757.0	74	.17
JULIO	22.3	23.0	19.8	27.1	21.1	2.0	757.1	73	.23
AGOSTO	23.0	23.2	20.2	28.3	21.8	2.0	756.7	74	.24
SEPTIEM.	22.2	21.7	18.7	26.9	19.7	1.9	757.5	74	.27
OCTUBRE	19.8	17.7	14.7	23.2	14.8	2.0	756.6	71	.33
NOVIEM.	16.3	13.3	10.5	18.6	10.9	2.1	756.7	69	.31
DICIEM.	14.0	10.3	7.7	16.1	8.8	2.2	756.9	68	.30

BARCELONA

	SST	T _a	T _w	E _s	E _a	V	P	Hr	Ev
ENERO	12.3	9.5	7.1	14.4	8.5	2.3	753.7	68	.24
FEBRERO	12.2	10.3	7.7	14.3	8.8	2.4	754.1	66	.23
MARZO	12.5	12.3	9.7	14.6	10.3	2.2	753.4	70	.17
ABRIL	13.8	14.6	11.6	15.8	11.7	2.2	753.4	68	.16
MAYO	15.2	17.7	14.4	17.4	14.3	2.1	752.9	68	.11
JUNIO	19.3	21.5	17.6	22.5	17.6	2.1	754.4	66	.19
JULIO	22.1	24.3	20.3	26.8	21.3	2.1	754.2	67	.21
AGOSTO	22.5	24.3	20.7	27.4	22.2	2.1	753.7	71	.20
SEPTIEM.	21.8	21.9	18.8	26.3	19.8	2.0	754.4	73	.25
OCTUBRE	19.0	17.6	14.9	22.1	15.2	2.1	753.9	73	.27
NOVIEM.	16.0	13.5	11.0	18.3	11.5	2.2	753.9	72	.27
DICIEM.	14.3	10.3	7.9	16.4	9.1	2.5	754.0	70	.32

Cuadro I. Listado de evaporación media mensual con los parámetros meteorológicos empleados en el cálculo.

ALICANTE

	SST	Ta	Tu	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	14.0	9.5	7.2	16.1	8.6	2.3	757.1	71	.31
FEBRERO	13.0	10.7	8.1	15.0	9.1	2.5	757.2	68	.26
MARZO	14.1	13.3	10.3	16.2	10.6	2.5	755.8	66	.24
ABRIL	14.5	15.1	11.8	16.6	11.7	2.4	755.3	65	.20
MAYO	16.5	18.7	14.6	18.9	14.0	2.3	754.2	61	.20
JUNIO	19.5	22.7	17.5	22.8	16.6	2.2	755.8	58	.25
JULIO	22.0	25.7	19.9	26.6	19.5	2.2	755.2	56	.28
AGOSTO	24.5	26.1	21.0	31.0	21.6	2.1	754.3	61	.37
SEPTIEM.	23.0	23.4	19.2	28.3	19.6	2.0	755.7	65	.34
OCTUBRE	20.5	18.5	15.4	24.3	15.5	1.9	756.2	70	.34
NOVIEM.	17.0	14.0	11.4	19.5	11.8	2.1	756.3	72	.31
DICIEM.	14.5	10.7	8.2	16.6	9.2	2.2	756.5	69	.30

VALENCIA

	SST	Ta	Tu	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	13.5	10.3	8.2	15.5	9.5	2.3	762.2	71	.25
FEBRERO	12.0	10.9	8.3	14.1	9.2	2.5	762.4	68	.21
MARZO	13.0	13.1	10.4	15.0	10.8	2.5	761.2	69	.18
ABRIL	14.3	14.8	11.8	16.4	11.9	2.4	760.8	68	.19
MAYO	16.2	17.8	14.6	18.5	14.5	2.3	760.1	68	.16
JUNIO	19.4	21.3	17.6	22.7	17.7	2.2	761.4	68	.19
JULIO	22.5	23.9	20.3	27.4	21.5	2.2	761.1	70	.23
AGOSTO	24.5	24.5	21.2	31.0	23.1	2.1	760.3	73	.30
SEPTIEM.	23.3	22.4	19.3	28.8	20.4	2.0	761.4	74	.32
OCTUBRE	20.4	18.3	15.7	24.1	16.2	1.9	761.3	74	.30
NOVIEM.	17.0	14.4	12.2	19.5	12.8	2.1	761.9	72	.27
DICIEM.	14.5	11.1	8.7	16.6	9.7	2.2	762.0	71	.28

CASTELLON

	SST	Ta	Tu	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	13.2	10.6	7.5	15.2	8.3	2.9	759.9	61	.32
FEBRERO	12.0	11.1	7.6	14.1	8.1	2.8	759.4	58	.27
MARZO	12.8	13.1	10.1	14.8	10.4	3.0	758.2	62	.20
ABRIL	14.3	14.9	11.4	16.4	11.2	2.7	758.0	60	.23
MAYO	16.0	17.8	14.3	18.3	14.0	2.3	757.7	62	.17
JUNIO	19.4	21.6	17.3	22.7	17.0	2.3	759.1	62	.23
JULIO	22.5	24.3	19.4	27.4	19.4	2.3	758.9	62	.33
AGOSTO	24.3	24.7	20.3	30.6	21.0	2.4	758.1	65	.40
SEPTIEM.	23.3	22.8	18.8	28.8	19.1	2.3	759.1	66	.40
OCTUBRE	20.3	18.5	14.9	24.0	14.6	2.8	759.2	66	.42
NOVIEM.	17.0	14.5	11.1	19.5	11.0	2.7	758.7	63	.38
DICIEM.	14.4	11.6	8.4	16.5	8.9	3.1	759.3	62	.36

MÁHON

	SST	Ta	Tw	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	13.0	10.4	8.6	15.0	10.0	3.9	758.4	76	.27
FEBRERO	12.6	10.5	8.5	14.6	9.8	4.0	757.8	75	.26
MARZO	13.6	12.2	10.2	15.6	11.1	4.0	757.1	76	.24
ABRIL	13.8	14.2	11.7	15.8	12.1	4.0	757.0	73	.19
MAYO	16.1	17.4	14.4	18.4	14.5	3.0	756.9	71	.17
JUNIO	19.5	21.3	17.6	22.8	17.8	3.0	758.3	67	.23
JULIO	22.4	24.1	19.7	27.3	20.1	2.8	758.3	65	.31
AGOSTO	23.8	24.5	20.4	29.7	21.4	2.9	757.6	68	.37
SEPTIEM.	22.3	22.5	19.4	27.1	20.6	3.0	758.3	73	.29
OCTUBRE	20.4	18.4	15.8	24.1	16.3	3.2	757.7	75	.37
NOVIEM.	17.0	14.4	12.1	19.5	12.6	4.0	757.7	75	.37
DICIEM.	14.4	11.9	10.0	16.5	11.0	4.0	757.7	77	.29

PALMA

	SST	Ta	Tw	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	13.4	10.1	8.2	15.4	9.6	2.3	760.8	77	.24
FEBRERO	12.7	10.5	8.7	14.7	10.1	2.5	760.5	76	.20
MARZO	13.7	12.2	10.2	15.7	11.1	2.4	759.4	76	.19
ABRIL	14.4	14.5	12.1	16.5	12.6	2.5	759.3	73	.16
MAYO	16.2	17.3	14.8	18.5	15.2	2.4	759.0	73	.13
JUNIO	19.6	21.4	17.8	22.9	18.1	2.4	762.7	69	.20
JULIO	22.8	24.0	20.3	27.9	21.5	2.4	760.2	69	.26
AGOSTO	25.2	24.5	21.1	32.3	22.9	2.3	759.5	72	.38
SEPTIEM.	22.7	22.6	19.5	27.8	20.7	2.2	760.3	74	.28
OCTUBRE	20.9	18.4	16.0	24.9	16.7	2.3	759.9	77	.34
NOVIEM.	17.2	14.3	12.2	19.7	12.9	2.2	760.2	78	.28
DICIEM.	14.6	11.5	9.5	16.7	10.6	2.4	760.1	77	.26

IBIZA

	SST	Ta	Tw	Es	Ea	V	P	Hr	Ev
ENERO	13.6	10.8	8.9	15.6	10.2	3.7	763.4	74	.28
FEBRERO	12.8	10.7	8.8	14.8	10.1	4.0	763.3	74	.25
MARZO	13.7	12.7	10.5	15.7	11.3	3.9	761.7	75	.23
ABRIL	14.6	14.8	12.0	16.7	12.2	3.5	761.9	70	.22
MAYO	16.3	18.2	15.0	18.6	15.0	2.8	762.1	69	.16
JUNIO	19.6	21.7	17.9	22.9	18.1	2.5	762.4	67	.20
JULIO	22.8	24.5	20.3	27.9	21.1	2.1	762.1	66	.26
AGOSTO	25.2	25.1	21.1	32.3	22.5	2.0	761.5	68	.38
SEPTIEM.	23.2	23.3	20.0	28.6	21.3	1.7	762.0	71	.26
OCTUBRE	21.0	19.0	16.2	25.0	16.6	2.9	762.3	73	.38
NOVIEM.	17.3	15.1	12.7	19.9	13.1	2.5	762.7	75	.29
DICIEM.	14.6	12.4	10.2	16.7	11.0	3.7	762.4	75	.29

	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev
E	3,3	5,8	0,24	2,6	5,0	0,27	2,8	5,4	0,28
F	2,2	4,6	0,20	2,1	4,8	0,26	2,1	4,7	0,25
M	1,5	4,6	0,19	1,4	4,5	0,24	1,0	4,4	0,23
A	-0,1	3,9	0,16	-0,4	3,7	0,19	-0,2	4,5	0,22
M	-1,1	3,3	0,13	-1,3	3,9	0,17	-1,9	3,6	0,16
J	-1,8	4,8	0,20	-1,8	5,0	0,23	-2,1	4,8	0,20
J	-1,2	6,4	0,26	-1,7	7,2	0,31	-1,7	6,8	0,26
A	0,7	9,4	0,38	-0,7	8,3	0,37	0,1	9,8	0,38
S	0,1	7,1	0,28	-0,2	6,5	0,29	-0,1	7,3	0,26
O	2,5	8,2	0,34	2,0	7,8	0,37	2,0	8,4	0,38
N	2,9	6,8	0,28	2,6	6,9	0,37	2,2	6,9	0,29
D	3,1	6,1	0,26	2,5	5,5	0,29	2,2	5,7	0,29
PALMA			MAHON			IBIZA			

	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	es-ea	Ev
E	4,5	7,5	0,31	3,2	6,0	0,25	2,6	6,9	0,32
F	2,3	5,9	0,26	1,1	4,9	0,21	0,9	6,0	0,27
M	0,8	5,6	0,24	-0,1	4,2	0,18	0,3	4,4	0,20
A	-0,6	4,9	0,20	-0,5	4,5	0,19	-0,6	5,2	0,23
M	-2,2	4,9	0,20	-1,6	4,0	0,16	-1,8	4,3	0,17
J	-3,2	6,2	0,25	-1,9	5,0	0,19	-2,2	5,7	0,23
J	-3,7	7,1	0,28	-1,4	5,9	0,23	-1,8	8,0	0,33
A	-1,6	9,4	0,37	0,0	7,9	0,30	-0,4	9,6	0,40
S	-0,4	8,7	0,34	0,9	8,4	0,32	0,5	9,7	0,40
O	2,0	8,8	0,34	2,1	7,9	0,30	1,8	9,4	0,42
N	3,0	7,7	0,31	2,6	6,7	0,27	2,5	8,5	0,38
D	3,8	7,4	0,30	3,4	6,9	0,28	2,8	7,6	0,36
ALICANTE			VALENCIA			CASTELLON			

	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev	Ts-Ta	e _s -e _a	Ev
E	3,7	6,4	0,25	3,6	6,6	0,33	2,8	5,9	0,24
F	2,0	5,5	0,22	1,7	5,9	0,29	1,9	5,5	0,23
M	0,9	4,3	0,17	-0,1	4,7	0,22	0,22	4,3	0,17
A	0,3	4,3	0,17	-1,2	4,8	0,23	-0,8	4,1	0,16
M	-1,2	3,3	0,12	-2,7	5,1	0,24	-2,5	3,1	0,11
J	-1,0	4,5	0,17	-2,8	5,5	0,24	-2,2	4,9	0,19
J	-0,7	6,0	0,23	-2,5	7,3	0,33	-2,2	5,5	0,21
A	-0,2	6,5	0,24	-1,1	8,5	0,38	-1,8	5,2	0,20
S	0,5	7,2	0,27	0,5	8,8	0,38	-0,1	6,5	0,25
O	2,1	8,4	0,33	4,5	12,5	0,55	1,4	6,9	0,27
N	3,0	7,7	0,31	3,5	8,2	0,39	2,5	6,8	0,27
D	3,7	7,3	0,30	4,4	7,8	0,40	4,0	7,3	0,32
TARRAGONA			TORTOSA			BARCELONA			

Cuadro II. Diferencias de temperatura y de presiones de vapor a las temperaturas del mar y del aire.

ción de vapor de agua en la atmósfera, circunstancia poco acorde con la Figura 3, en la que vemos que los máximos de humedad relativa no se dan en esas fechas. Lo que sí podemos advertir en el Cuadro I, es que en mayo, mínimo absoluto y en septiembre, mínimo relativo en las islas, los vientos son débiles, lo cual no favorece la evaporación.

En cuanto a los máximos éstos aparecen a partir de agosto hasta diciembre, en el cuadro II podemos ver la coincidencia con los máximos de $(e_s - e_a)$, con el máximo de temperatura superficial del mar y con vientos ligeros, Cuadro I.

Comparando los datos de las islas con los de las costas levantinas, los primeros parecen estar más afectados por el viento, la caída de intensidad en septiembre parece dar lugar al mínimo relativo, mientras los segundos parecen estar más afectados por la sequedad relativa del aire, el mismo caso de septiembre, como muestra la Figura 3, respecto a la humedad relativa de Castellón, Tortosa y Alicante.

Una circunstancia que podría reforzar este fenómeno, es que en esta época del año, las distintas masas de aire de procedencia atlántica se secan al atravesar la península o si proceden de latitudes más altas son frías y secas.

El máximo de octubre en las islas parece ser debido a una conjugación de un valor grande de $(e_s - e_a)$ y vientos ligeros.

Lo que sí queda claro es la correlación existente entre la temperatura superficial del mar y la evaporación, no por afectar directamente al cálculo pero sí por regular el valor de la presión saturante e_s .

Es de notar que los datos de Tortosa que, en principio, parecía que iban a dar grandes anomalías no lo han hecho. En general son algo superiores, pero no mucho más, que los de Castellón mostrando un mínimo en marzo (marzo-junio), que comparado con los de Barcelona y Tarragona muestra una gran diferencia, pero es similar a los de Castellón, Alicante y Valencia.

La evaporación de octubre en esta misma estación es altísima. En este caso, se debe al valor de T_a que, respecto al mes anterior, varía casi 5 °C. En cambio, la temperatura superficial del mar, T_w , apenas varía 1 °C, siendo todavía una temperatura muy alta. El dato de viento es el más bajo para esta estación, 2,6 m/sg. Tortosa muestra el valor más alto de todas las estaciones, exceptuando Castellón, debido al aire frío y seco canalizado por el valle del Ebro.

Circunstancias parecidas se dan en Alicante y Castellón. En la primera, el viento es débil, 2 m/sg, y en la segunda algo más fuerte, 2,8 m/sg, la diferencia de temperatura es grande aunque algo menor por lo que la evaporación, aún siendo alta, no alcanza a la de Tortosa.

Sobre los datos publicados por otros autores, en primer lugar debemos hacer mención a Colacino y Dell'osso, los cuales calcularon la evaporación media anual y mensual para todo el Mediterráneo Occidental. Emplearon datos climatológicos y oceanográficos que elabora el Royal Netherlands

Meteorological Institute en base a datos proporcionados «in situ» por barcos que navegan por aguas mediterráneas y datos de la red Europea.

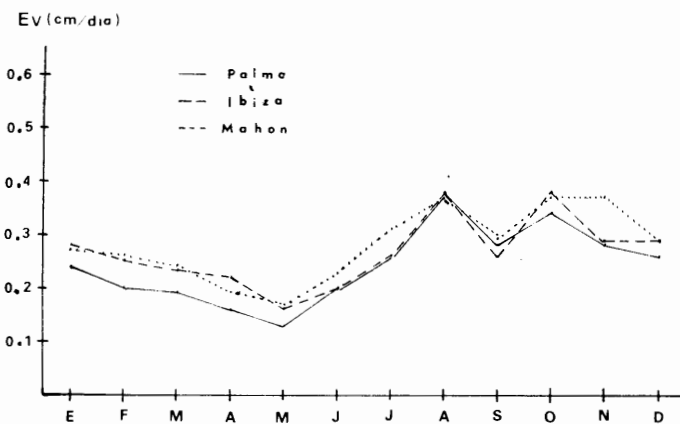
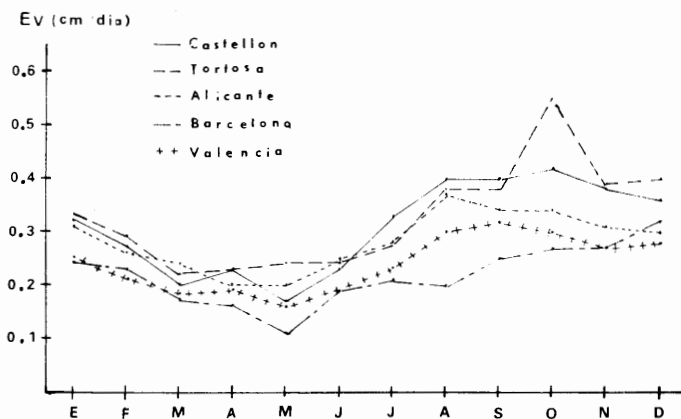
En el Cuadro III figuran los datos proporcionados por dichos autores que son coincidentes en gran medida con los calculados en este trabajo. El mínimo de mayo y el máximo de agosto coinciden, no siendo así el de octubre que está desplazado a diciembre. El valor medio anual difiere del calculado en 1 cm/año.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alicante	0,31	0,26	0,24	0,20	0,20	0,25	0,28	0,37	0,34	0,34	0,31	0,30
Valencia	0,25	0,21	0,18	0,19	0,16	0,19	0,23	0,30	0,32	0,30	0,27	0,28
Castellón	0,32	0,27	0,20	0,23	0,17	0,23	0,33	0,40	0,40	0,42	0,38	0,36
Tortosa	0,33	0,29	0,22	0,23	0,24	0,24	0,33	0,38	0,38	0,55	0,39	0,40
Tarragona	0,25	0,22	0,17	0,17	0,12	0,17	0,23	0,24	0,27	0,33	0,31	0,30
Barcelona	0,24	0,23	0,17	0,16	0,11	0,19	0,21	0,20	0,25	0,27	0,27	0,32
Palma	0,24	0,20	0,19	0,16	0,13	0,20	0,26	0,38	0,28	0,34	0,28	0,26
Mahón	0,27	0,26	0,24	0,19	0,17	0,23	0,31	0,37	0,29	0,37	0,37	0,29
Ibiza	0,28	0,25	0,23	0,22	0,16	0,20	0,26	0,38	0,26	0,38	0,29	0,29
Media (8)	0,27	0,24	0,20	0,19	0,15	0,21	0,26	0,33	0,30	0,34	0,31	0,30
Media (9)	0,27	0,24	0,20	0,19	0,16	0,21	0,27	0,34	0,31	0,40	0,32	0,31
Colácino	0,30	0,27	0,20	0,18	0,18	0,22	0,28	0,35	0,25	0,28	0,31	0,35
Media anual (Colacino)							96,9	cm/año			
Media anual (9 est.)							97,7	cm/año			

Cuadro III. Datos de evaporación mensual media. Datos promedio de las estaciones empleadas y datos para el Mediterráneo occidental.

Otros autores únicamente nos proporcionan datos para toda la cuenca mediterránea por lo que no son comparables. Quizás el único comparable sea el de Sverdrup el cual da para el Atlántico y para nuestras latitudes un dato promedio de 100 cm/año.

En la Figura 4 están representadas las distribuciones de evaporación por meses según Colacino, los promedios de nuestras nueve estaciones y el promedio sin contar con los datos de Tortosa. Dada la similitud de valores podemos pensar que los datos obtenidos son representativos de las evaporaciones que se producen en el mar Balear, en cuyas costas están ubicadas algunas de las estaciones estudiadas.



Figs. 1 y 2. Evaporación media mensual de las distintas estaciones.

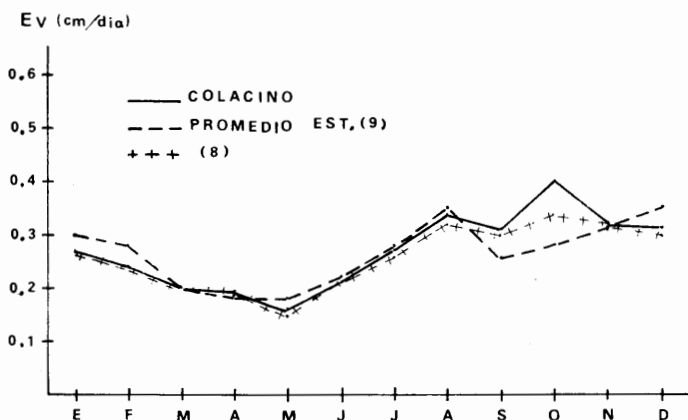
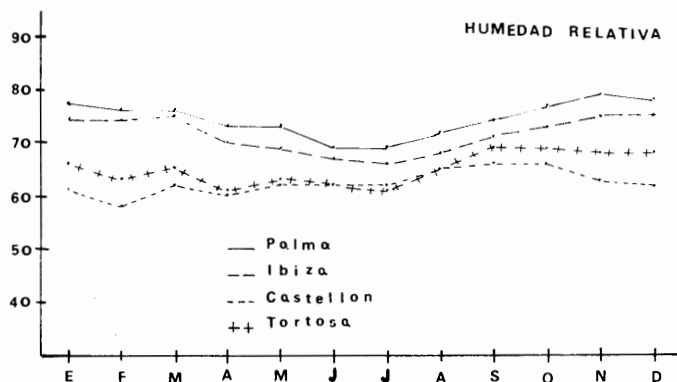


Fig. 3. Humedad relativa y media mensual en las estaciones de mayor y menor valor de este parámetro.

Fig. 4. Evaporación media mensual, promedio de las estaciones empleadas y valor de de este parámetro para el Mediterráneo occidental calculado por Colacino.

BIBLIOGRAFÍA

- COLACINO, M., and DELL'OSSO, 1976. The mean monthly evaporation and heat budget on the Mediterranean sea. *Istituto di Fisica dell'atmosfera*.
- NEUMAN, G., and PIERSON, W., 1966. Principles of Physical Oceanography. Prentice Hall Inc.
- LAEVASTU, 1976. Oceanic water balance. WMO n.º 442.
- SVERDRUP, J., and FLEMING, 1942. *The oceans*. Prentice Hall Inc.